

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

Ref- 2

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-35918

(43)公開日 平成6年(1994)2月10日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 6 F 15/21

識別記号

庁内整理番号

Q 7052-5L

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-193658

(22)出願日 平成4年(1992)7月21日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 田中 義一

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 田窪 俊二

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

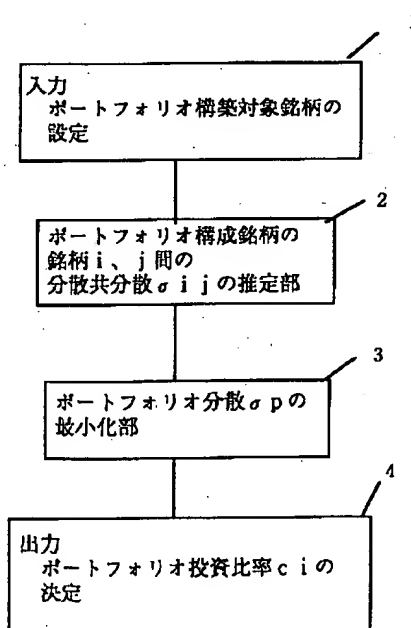
(54)【発明の名称】 ポートフォリオ最適化方法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 本発明は、株価構造の時系列構造から、ポートフォリオの分散の予測精度向上を図り、金融資産のポートフォリオに対する資金の投入比の最適化を行うことにある。

【構成】 ポートフォリオのリスクを示す分散を精度よく推定するため、ポートフォリオ構成する多数銘柄の価格変動プロセスをもつ空間的相関構造だけでなく、時系列的相関構造をもつ株価モデルを構築する手段を設けた。また、上記モデルから決定される各銘柄の価格変動項のうち他の銘柄の相関から説明されない独自項に基づき、過去の株価収益率データを時間構造を考慮したデータに修正し、銘柄間の分散共分散をこの修正されたデータに基づき推定し、ポートフォリオの分散を精度よく推定する手段を設けた。このポートフォリオの分散の最小化により資産の投資比を決める。

図1



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ポートフォリオ構築方法において、ポートフォリオ構成銘柄を指定し、該構成銘柄間の分散共分散を株価モデルと株式市場の価格動向に基づいて推定し、該分散共分散に基づいて計算されるポートフォリオ分散を最小化することにより、ポートフォリオ構成の各銘柄の投資比率を決めることを特徴とするポートフォリオ最適化方法。

【請求項2】請求項1において、ポートフォリオ構成銘柄の株価収益率と共通変動要因変数から記述される観測方程式と状態方程式からなる株価モデルに基づき、該銘柄の株価からその構造を推定し、該モデルから決定される共通変動要因変数のみでは説明されない独自変動因子項より、過去の株価収益率データを修正し、銘柄間の分散共分散をこの修正されたデータに基づき推定することを特徴とするポートフォリオ最適化方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、金融資産のポートフォリオに対する資金の投入比を決める最適化に係わり、特に統計手法によりポートフォリオの分散の予測精度向上に関するものである。

【0002】

【従来の技術】複数の株式から構成されるポートフォリオの各銘柄の組み入れ比を決定する最適化法としては、丸淳子、首藤恵、小峰みどり著「現代証券市場分析」p59-p63 東洋経済新報社 に述べられているように、個別証券間の株価収益率の分散共分散からポートフォリオの分散を求め、分散を最小化するように組み入れ比を決定する方法が知られている。ここで、個別証券間の株価収益率は過去の株価データに基づく標本分散共分散である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術では、個別証券間の株価収益率の分散共分散の推定が、標本分散共分散から直接求める点に問題がある。即ち、将来にわたる資産運用のためにポートフォリオを構築するのであるが、過去のデータのみを用いており、将来の価格構造に関してはなんら考慮されていない。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、以下の手段を新たに設けた。

【0005】多数銘柄の価格変動プロセスのもつ空間的相関構造だけでなく、時系列的相関構造をもつ株価モデルを構築する手段を設けた。また、上記モデルから決定される各銘柄の価格変動項のうち他の銘柄の相関から説\*

2

\*明されない独自項に基づき、過去の株価収益率データを時間構造を考慮したデータに修正し、銘柄間の分散共分散をこの修正されたデータに基づき推定する手段を設けた。

【0006】

【作用】本発明のポートフォリオ最適化方法では、ポートフォリオ構成銘柄を指定し、該構成銘柄間の分散共分散を株価モデルと株式市場の価格動向に基づいて推定する。この時、ポートフォリオ構成銘柄の株価収益率と共通変動要因変数から記述される観測方程式と状態方程式からなる株価モデルに基づき、該銘柄の株価からその構造を推定し、該モデルから決定される共通変動要因変数のみでは説明されない独自変動因子項より、過去の株価収益率データを時間構造を考慮して修正し、銘柄間の分散共分散をこの修正されたデータに基づき推定する。そして、推定された分散共分散に基づいて計算されるポートフォリオ分散を最小化することにより、ポートフォリオ構成の各銘柄の投資比率を決めることができる。

【0007】

【実施例】以下、本発明のポートフォリオ最適化方法における一実施例を図面を参照しつつ説明する。

【0008】図1は、本発明によるポートフォリオ最適化法のブロック図、図2はポートフォリオ構成する個別証券間の株価収益率の分散共分散推定部の詳細図である。

【0009】処理1でポートフォリオの構成するN個の銘柄を指定する。処理2では、ポートフォリオ構成の個別証券間の株価収益率の分散共分散（i銘柄とj銘柄の共分散 $\sigma_{ij}$ 、i銘柄の分散 $\sigma_{ii}$ 。両者を合わせて分散共分散 $\sigma_{ij}$ と記述）を推定する。処理3では、処理2で推定されたポートフォリオ構成する個別証券間の分散共分散をもとに、ポートフォリオの分散 $\sigma_p$ を後述の（数10）で求め、この分散の最小化を非線形最適化法を行い、個別証券に対する投資比率 $c_i$ を決定する。

【0010】次に、図2を用いて、図1-処理3のポートフォリオ構成する個別証券間の株価収益率の分散共分散推定部を説明する。

【0011】処理5は、ポートフォリオ構成する銘柄（N銘柄）の解析期間（ $t=1, \dots, T$  Tはポートフォリオ設定日）の株価収益率を求める。これは、まず、各銘柄の期間0からTの株価 $P_{it}$ （銘柄i、時刻t）を株価データベース13より読みこみ、株価の連続利回りである株価収益率を以下の式で求める。

【0012】

【数1】

$$x_{it} = \log P_{it} - \log P_{it-1} \quad (\text{数1})$$

$$\begin{matrix} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{matrix}$$

3

4

【0013】判定6は、現在の株式市場が株価上昇局面か、株価下降局面か、その他の状態にあるかを判断し、株価上昇期にあるときは、処理7、8、9を行い、株価下降期には処理7、8、10、その他の時は処理11により修正された標本株価収益率  $d_{it}$  を求め、処理12により処理ポートフォリオ構成の銘柄間の分散共分散  $\sigma_{ij}$  を求める。

【0014】処理7では、株式構造を状態空間モデルによって求める。これに関しては特願平03-263562に詳しい。即ち、以下のモデルに従って株式構造を求める。N銘柄の時刻  $t$  の株式収益率  $x_{it}$  ( $i = 1, \dots, N$ ) の背後には、 $q$  個の共通変動要因としての共通因子  $f_{jt}$  ( $j = 1, \dots, q$ ) がある。その共通因子の変動要因によって  $x_{it}$  が変動するモデルである。このモデルは、以下の2つの方程式からなる。 \*

$$f_{jt} = \sum_{k=1}^{kj} b_{jk} f_{j,t-k} + \eta_{jt} \quad (\text{数3})$$

$j = 1, \dots, q$   
 $t = 1, \dots, T$

【0020】ここで、 $\eta_{it}$  は白色雑音である。

【0021】ここでは、上記の式に株価が従っていると仮定し、処理5で求めた株価収益率をもとに定係数  $a_{ij}$ 、 $b_{jk}$  をもとめ株式構造を求める。

【0022】処理8では、独自変動因子  $\varepsilon_{it}$  とモデルの時間構造を考慮した独自変動因子  $E_{it}$  を実際の株価\*

$$\varepsilon_{it} = x_{it} - \sum_{j=1}^q a_{ij} f_{jt} \quad (\text{数4})$$

$i = 1, \dots, N$   
 $t = 1, \dots, T$

【0025】時間構造を考慮した独自変動因子  $E_{it}$  は、以下のように求める。まず、モデ

【0026】ル

【数3】に基づき、1期間前 ( $t-1$ ) から時刻  $t$  の共通変動因子  $F_{jt}$  を以下の式から求める。

【0027】

【数5】

$$F_{jt} = \sum_{k=1}^{kj} b_{jk} f_{j,t-k} \quad (\text{数5})$$

$i = 1, \dots, N$   
 $t = 1, \dots, T$

\*【0015】1. 観測方程式:  $x_{it}$  と  $f_{jt}$  の関係を表現するモデル

【0016】

【数2】

$$x_{it} = \sum_{j=1}^q a_{ij} f_{jt} + \varepsilon_{it} \quad (\text{数2})$$

$i = 1, \dots, N$   
 $t = 1, \dots, T$

【0017】ここで、 $\varepsilon_{it}$  は各銘柄の独自変動因子である。

【0018】2. 状態方程式: 共通因子  $f_{jt}$  の時間構造を表現するモデル

【0019】

【数3】

※収益率と処理7で求めたモデルから求める。

【0023】独自変動因子  $\varepsilon_{it}$  は、以下の式のように実際の株価収益率からモデルの共通変動要因から説明される部分を差し引いて求める。

【0024】

【数4】

【0028】次に、時間構造を考慮した独自変動因子  $E_{it}$  を、以下の式のように実際の株価収益率と、モデルから予測される共通変動因子  $F_{jt}$  を用いたモデルの共通変動要因から求める。

【0029】

40 【数6】

$$E_{it} = x_{it} - \sum_{j=1}^q a_{ij} F_{jt} \quad (\text{数6})$$

$$i = 1, \dots, N$$

$$t = 1, \dots, T$$

【0030】処理9では、処理8で求められた独自変動因子  $\varepsilon_{it}$  と時間構造を考慮した独自変動因子  $E_{it}$  を用いて、修正された株価収益率データ  $d_{it}$  を以下の式で求める。

【0031】

【数7】

$$d_{it} = x_{it} + E_{it} - \varepsilon_{it} \quad (\text{数7})$$

$$i = 1, \dots, N$$

$$t = 1, \dots, T$$

【0032】また、株価が下降期の時は、処理10のように修正された株価収益率データ  $d_{it}$  は、処理8で求められた独自変動因子  $\varepsilon_{it}$  と時間構造を考慮した独自変動因子  $E_{it}$  を用いて、以下のように求める。

【0033】

【数8】

$$d_{it} = x_{it} - E_{it} + \varepsilon_{it} \quad (\text{数8})$$

$$i = 1, \dots, N$$

$$t = 1, \dots, T$$

【0034】また、株価が上昇期でも下降期でもないとき

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N c_i c_j \sigma_{ij}$$

【0039】

【発明の効果】本発明のポートフォリオ最適化法によれば、以下のような効果がある。

【0040】株式市場が1989年のように定常上昇期には、本方法によるポートフォリオ最適化方法により、ポートフォリオ構成銘柄に対する投資割合を決めた場合のポートフォリオの価値は、従来の方法によって投資割合を決めた場合に比べ平均5%の価値上昇となる。また、1989年のような株価上昇期とは逆に、株価の定常的下降期に対しても、方法によるポートフォリオ最適

\*きは、処理11の如く、過去の株価収益率データをそのまま修正されたデータ  $d_{it}$  とみなす。

【0035】処理12は、修正された株価収益率データに基づいて、以下の式に基づいて標本分散共分散  $\sigma_{ij}$  を推定する。ここで、 $E(\cdot)$  は期待値を表し、標本平均を用いて求める。

【0036】

【数9】

$$\sigma_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T (d_{it} - E(d_{it})) (d_{jt} - E(d_{jt}))}{T} \quad (\text{数9})$$

$$i = 1, \dots, N$$

$$j = 1, \dots, N$$

【0037】この求められた標本分散共分散行列から、下記の(数10)によるポートフォリオの分散  $\sigma_p$  を求め、この分散の最小化を非線形最適化法を用いて行い、個別証券に対する最適な投資比率  $c_i$  が決定される。

【0038】

【数10】

(数10)

化方法により、ポートフォリオ構成銘柄に対する投資割合を決めた場合のポートフォリオの価値は、従来の方法によって投資割合を決めた場合に比べ平均5%の価値上昇となる効果が確認されている。

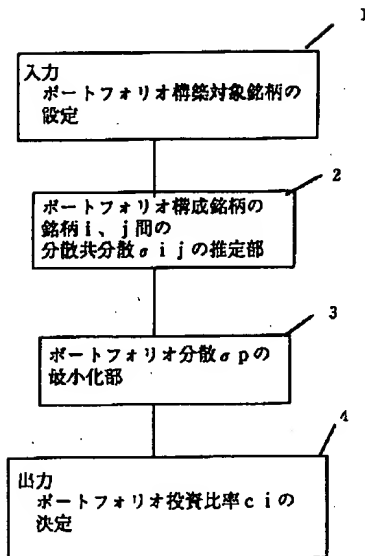
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のポートフォリオ最適化法のブロック図。

【図2】ポートフォリオ構成銘柄間の分散共分散行列の推定法のブロック図。

【図1】

図1



【図2】

